

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08001514 A**

(43) Date of publication of application: **09.01.96**

(51) Int. Cl

**B24C 1/10**

**G21D 1/00**

**// C21D 7/06**

(21) Application number: **06134108**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(22) Date of filing: **16.06.94**

(72) Inventor: **YAMAMOTO SEIGORO**

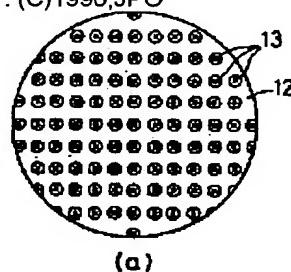
(54) **SURFACE TREATMENT METHOD FOR  
STRUCTURE IN REACTOR**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

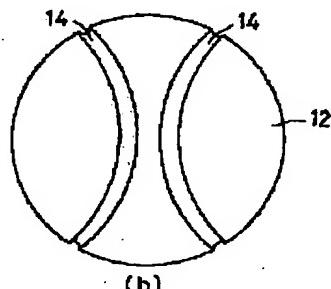
(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent structures and apparatus in a reactor from stress corrosion cracking and abnormal corrosion.

CONSTITUTION: Alloy balls 12 formed with dimples 13 or vertical grooves 14 are blasted with speed higher than the sound speed to the surface of structures or apparatus in a reactor for shot peening. The alloy balls 12 rotated with high speed by the shot peening collide with crystals on surface of the structure or apparatus in the reactor to give impact forces and rotary energy of crystal axes to the crystal and make the crystals extremely fine. When the crystals are made fine, the crystal grains field is shifted to prevent the reduction of elongation and disperse stress generation. Also, the crystal grain field area is increased and the concentration amount of impurities in the crystal grain field is reduced to prevent the stress corrosion cracking and abnormal corrosion.



(a)



(b)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-1514

(43)公開日 平成8年(1996)1月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 24 C 1/10  
G 21 D 1/00  
// C 21 D 7/06

識別記号 A  
府内整理番号 Z 8821-4K

F I

G 21 D 1/00

技術表示箇所

X

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願平6-134108

(22)出願日 平成6年(1994)6月16日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 山本 征五郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株

式会社東芝横浜事業所内

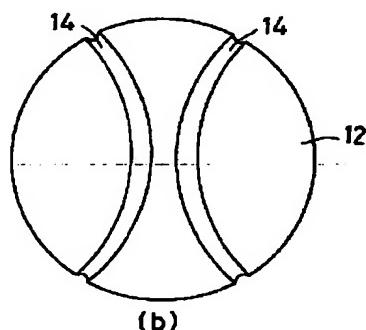
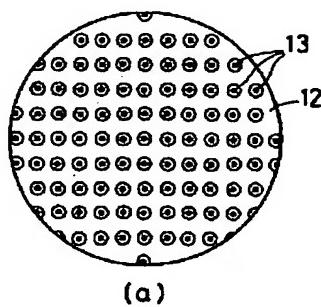
(74)代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54)【発明の名称】 原子炉内構造物の表面処理方法

(57)【要約】

【目的】原子炉構造物または機器の耐応力腐食割れと異常腐食を予防する。

【構成】原子炉構造物または機器の表面をディンプル13またはたて溝14が形成された合金球12を音速以上の速度で吹き付けてショットピーニングする。このショットピーニングにより高速に回転する合金球が原子炉構造物または機器表面の結晶に衝突し、結晶に衝撃力と結晶軸の回転エネルギーを与え、結晶が超微細化する。結晶が微細化すると、結晶粒界が移動して伸びの低下を防ぎ、かつ発生応力を分散する。また、結晶粒界面積が増加し、不純物の結晶粒界での濃縮量が減少して応力腐食割れと異常腐食を防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 原始炉内で使用される原子炉構造物または機器の表面にディンブルまたはたて溝付き球形粒子を音速以上の速度で打ち付けて前記表面組織の結晶を0.5μm以下の結晶粒まで超微細化することを特徴とする原子炉内構造物の表面処理方法。

【請求項2】 前記球形粒子はFe-Cr-Ni合金、ジルコニウム合金、ニッケル基合金または氷から選択された少なくとも一種からなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の表面処理方法。

【請求項3】 前記球形粒子の合金表面はクロムハードニングまたは窒素ハードニングされて耐摩耗性と弾力性が付与されてなることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の表面処理方法。

【請求項4】 前記球状粒子は前記原子炉構造物または機器の表面に45°から90°の角度を持って打ち付けることを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の表面処理方法。

【請求項5】 前記球状粒子に1秒間に50回以上の回転力を付与することを特徴とする請求項1記載の原子炉内構造物の表面処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は沸騰水型原子炉内で使用される原子炉構造物または機器の耐応力腐食割れと異常腐食を予防する原子炉内構造物の表面処理方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 沸騰水型原子炉の原子力発電所では原子炉圧力容器内で冷却水を炉心により加熱して蒸気を発生させ、この蒸気を主蒸気管を通してタービンへ送り、タービンを駆動して発電させる。タービンで仕事をした蒸気は復水となり、浄化されて原子炉圧力容器内へ給水される。

【0003】 原子力発電所で使用する原子炉内構造物の概要を図8により説明する。すなわち、図8に一部断面図で示すように全体を取り包んでいる原子炉圧力容器1内には制御棒駆動機構2、制御棒案内管3、気水分離器4、炉心中央部外側を構成する炉心シュラウド5、シュラウドサポートシリンダ6、上部炉心支持格子板7、下部炉心支持格子板8、炉心を構成する燃料集合体9、制御棒10および炉心計装管11等の原子炉構造物および機器が配設されている。

【0004】 これらの原子炉構造物または機器の材料は、圧延等の製作時の加工応力や熱で不純物元素が結晶粒界で濃縮する傾向や、結晶に歪みが残る傾向があるので加熱して再結晶させたり、不純物元素を結晶に再び固溶させている。

【0005】 この熱処理により結晶は、平均6μmから12μmまでの範囲に再結晶する。結晶粒が大きいと放射

線照射で誘起される結晶粒界での不純物濃度が高くなり、かつ、放射線照射で誘起された面欠陥およびボイドによる影響が大きくなる。

【0006】 結晶粒が大きいと、原子炉で放射線照射を受けた場合、原子炉構造物および機器の表面部に点欠陥、高密度の面欠陥およびボイドが生成して活動滑り系が減少して延性を失うと共に点欠陥が不純物元素を結晶粒界に運び濃縮し結晶粒界脆化を誘起する可能性が高くなる。

10 【0007】 原子炉構造物または機器の表面に高密度な面欠陥およびボイドが生成すると表面を活性化し耐食性が劣化する。これらの原子炉構造物または機器は温度290°Cで放射線の照射を受けながら40年以上に亘って供用する。

【0008】 この供用期間中に高速中性子を受けて高密度の面欠陥およびボイドが生成し脆化が進行する。その結果、原子炉構造物または機器の表面部から応力腐食割れおよび表面部の異常酸化を起こす可能性が高くなる課題がある。

20 【0009】 また、従来公知のショットピーニングによる金属製品の表面硬化法では、表面が部分的にA<sub>3</sub>変態温度まで上昇し、母材の低温部の影響で結晶粒界が鋭敏化する課題がある。

【0010】 さらに、従来の熱処理や冷間加工と熱処理で結晶粒の微細化を行うことはできるが、結晶粒を超微細化する技術は公知例がなく、従来の技術ではせいぜい6μm程度で十分な耐食性と耐応力腐食割れを期待できない課題がある。

## 【0011】

30 【課題を解決するための手段】 本発明は上記課題を解決するためになされたもので、原子炉構造物または機器表面部からの応力腐食割れの発生および前記表面部の異常腐食を防止することができる原子炉内構造物の表面処理方法を提供することにある。

## 【0012】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は原子炉構造物または機器の表面にディンブルまたはたて溝付き球形粒子を音速以上の速度で打ち付けて前記表面組織の結晶を0.5μm以下の結晶粒まで超微細化することを特徴とする。

## 【0013】

【作用】 原子炉構造物または機器の表面にディンブルまたはたて溝付き球形粒子を高速に回転させながら打ち付けると、その表面組織の結晶に衝撃力と結晶軸の回転力を与え、表面組織の結晶が超微細化する。

40 【0014】 原子炉構造物または機器の表面組織には供用期間中に放射線により面欠陥やボイドが生成し、活動スペリ系が減少し、伸びが低下する。表面組織の結晶が超微細化すると、結晶粒界が移動して伸びの低下を防ぎ、かつ発生応力を分散する。また、結晶粒界面積が増

加し、不純物の結晶粒界での濃縮が減少して応力腐食割れと異常腐食を防止できる。

### 【0015】

【実施例】まず図1(a)または(b)に示すように直径1mmから5mまでの球状粒子12を用意する。この球状粒子12は例えばFe-Cr-Ni合金で、表面に図1(a)では多数のディンプル13が形成されており、また、図1(b)に示す球形粒子12には複数のたて溝14が形成されている。

【0016】この球状粒子12を窒素雰囲気加熱炉で200°Cから500°C、1気圧で10時間から20時間加熱処理する。または、球状粒子12の表面に0.1μmのクロムメッキを施し、真空炉で温度200°Cから500°C、1気圧で10時間から20時間加熱処理する。

【0017】このいずれかの加熱処理が施された球形粒子12はハードニングされて表面が硬化し、内部に弾性を残す状態となる。この加熱処理された球形粒子12を以下、合金球と称す。

【0018】この合金球を音速以上の速度で1秒間に50回以上回転させ原子炉構造物または機器表面に対して角度45°から90°の範囲で打ち付けて原子炉構造物表面組織の結晶を0.5μm以下に超微細化する。

【0019】この合金球を1秒間に50回以上回転させるためには螺旋状の溝を形成したノズルを使用し、このノズルから合金球を吹き出すことによって行うことができる。また、原子炉圧力容器内へ原子炉構造物または機器を組み込んだ後の表面処理は合金球の代りに氷球を使用する。

【0020】すなわち、低温窒素とともに内側に螺旋状の溝が形成されたノズルから図4に示すような直径の氷球を図5に示すような大気中での音速で、図6に示すような1秒間に50回以上回転させて原子炉構造物または機器の表面に打ち付ける。

【0021】しかし、原子炉構造物または機器の表面に対して合金球または氷球を図7のように角度45°から90°の範囲で打ち付けると、例えば放射線照射で脆化した結晶粒を0.5μm以下に超微細化して放射線脆化を回復させるとともに応力腐食割れおよび異常腐食を防止することができる。

【0022】原子炉構造物または機器の機械的特性は、結晶直径の平方根に比例してよくなる。原子炉構造物または機器表面組織の結晶を0.5μm以下に超微細化すると、図2に示すように高温流水中での耐食性が向上し、またおよび図3に示すように耐応力腐食割れ特性が向上する。

【0023】図2は減肉厚さ(耐食性)と結晶粒径との関係、図3は応力腐食割れ発生率(耐応力腐食性)と結晶粒径との関係を示している。また、図4は合金球または氷球の直径と結晶粒径との関係、図5は合金球または氷球の速度と結晶粒径との関係、図6は合金球または氷

球の回転速度との関係、図7は合金球または氷球の照射角度との関係をそれぞれ示している。

【0024】上記実施例において合金球の代わりに氷球を使用する場合には、例えつぎのように実施する。すなわち、供用中の放射線照射損傷を受けた原子炉構造物または機器への表面処理にあたり、合金球と同様な形状の球形氷を低温窒素と共に原子炉構造物または機器表面に向けて打ち付ける。氷球は常温以上で解氷するため、合金球に比較してその氷球を回収する必要がなく周囲を汚すことがなく作業性が容易となる効果がある。

【0025】原子炉構造物または機器の表面処理方法は、炉心シラウド5、燃料集合体9の燃料被覆管やチャンネルボックス等に有効に適用できるばかりでなく、原子炉構造物または機器以外の構造物や機器の接合部の結晶物が粗大した場合、湾曲部の残留応力のある部分の応力腐食割れおよび異常腐食の防止に活用できる。

【0026】また、回転を与えた合金球あるいは氷球を音速以上の速度で吹き付ける代りに回転するロール、研磨機でも板材の表面の結晶粒を超微細化にすることができるので併用すると一層の効果がある。

【0027】本発明方法の実施態様を要約すればつぎのとおりである。

(1) 原子炉構造物または機器表面組織の結晶を応力腐食割れおよび異常腐食を防止できる結晶粒(0.5μm以下)まで超微細化すること。

(2) 原子炉構造物または機器がFe-Cr-Ni合金、ジルコニウム合金またはニッケル基合金等で構成されている場合、その表面処理を対象とする同じ種類の合金粒を使用すること。

(3) 球形粒子が合金の場合、その表面に厚さ0.1μmのクロムメッキを施したのち温度200°Cから500°Cで、10時間から20時間まで加熱処理するか、または1気圧の窒素ガス中、温度200°Cから500°Cで、10時間から20時間まで加熱処理して耐摩耗性と弾力性を付与すること。

(4) 球形粒子は、原子炉構造物または機器の表面組織の結晶を超微細化するために音速以上に加速して原子炉構造物または機器の表面部に角度(45°より90°の範囲)を持って打ち付けること。

(5) 球形粒子で原子炉構造物または機器の表面組織の結晶を超微細化するには、球形粒子が原子炉構造物または機器の表面組織に圧縮力と結晶格子に回転エネルギーを与えること。そのために球形粒子に(1秒間に50回以上)回転を与えること。

(6) 球形粒子に回転(1秒間に50回以上)させるため、球形粒子に多数のディンプルあるいは複数の溝を形成すること。

(7) 球形粒子を回転させるために、球形粒子の原子炉構造物機器の表層部への打ち付けは、螺旋状の溝を有するノズルで行うこと。

【0028】

**【発明の効果】**本発明によれば、結晶粒界での不純物元素の濃縮割合も小さくなり、かつ、結晶を微細化することにより活動滑り系の増加、外部荷重の微細結晶の結晶粒界での吸収、および結晶粒の微細化加工により原子炉内構造物および機器の表面での圧力歪みをつくることになり、原子炉内構造物または機器表面での応力腐食割れおよび異常腐食を防止することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明方法において使用するディンプル付き合金球を示す外観図、(b)は同じくたて溝付き合金球を示す外観図。

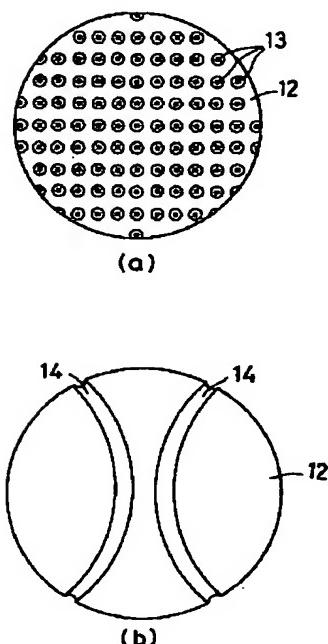
【図2】本発明に係る表面処理方法を説明するための材料の減肉厚さと結晶粒径との関係を示す特性図。

【図3】同じく、応力腐食割れ発生率と結晶粒径との関係を示す特性図。

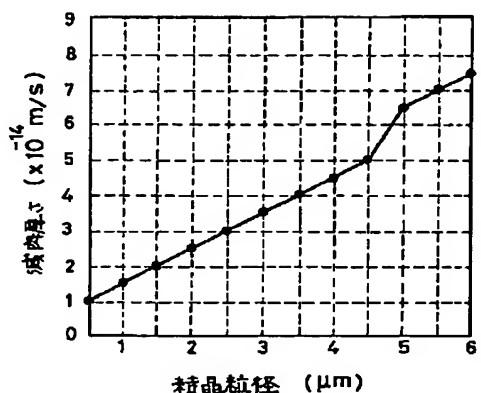
【図4】本発明に係る表面処理方法の実施例における合金球または氷球の直径と結晶粒径との関係を示す特性

【図4】本発明に係る表面処理方法の実施例における合

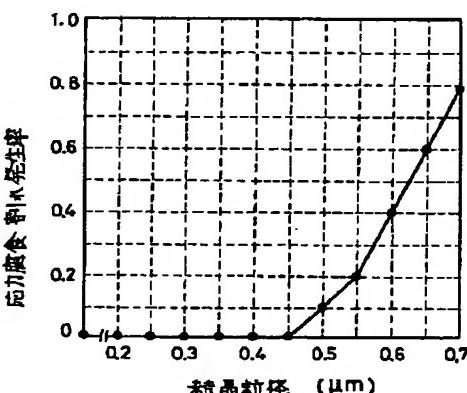
【图1】



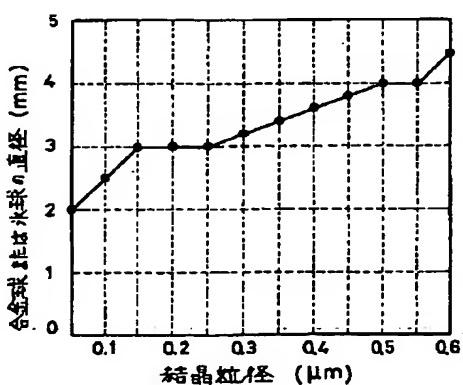
[図2]



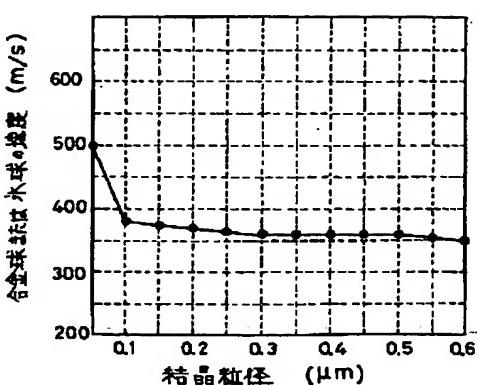
[図3]



[圖 4]



[圖 5]



四

【図6】図は、今金球とヒル球の運動速度と休息時間の関係を示す特性図。

【図6】同じく、合金球または水球の回転速度と粘晶粒径との関係を示す特性図。

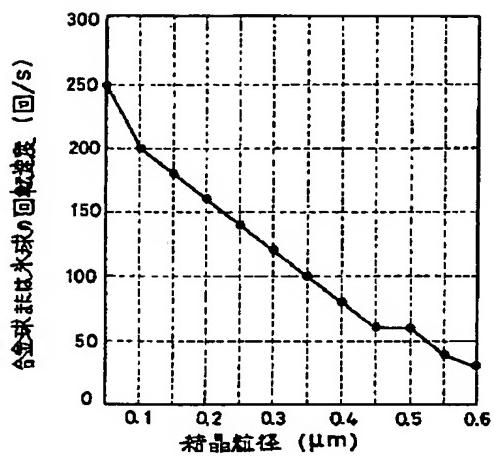
【図7】同じく、合金球または水球の照射角度と結晶粒径との関係を示す特性図。

【図8】従来の沸騰水型原子炉内を一部切欠して断面で示す斜視図。

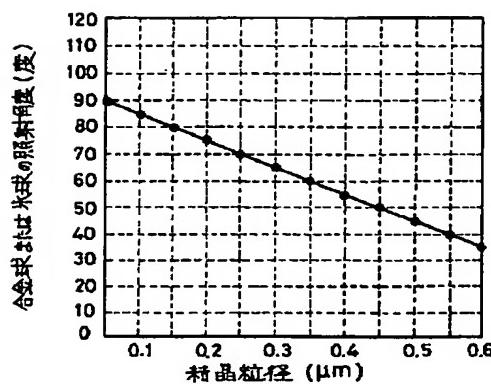
## 【符号の説明】

1…原子炉圧力容器、2…制御棒駆動機構、3…制御棒  
案内管、4…気水分離器、5…炉心シュラウド、6…シ  
ュラウドサポートシリンダ、7…上部炉心支持格子板、  
8…下部炉心支持格子板、9…燃料集合体、10…制御  
棒、11…炉内計装管、12…球状粒子、13…ディンブル、  
14…たて溝。

【図6】



【図7】



【図8】

